

## İDECAD STATİK İLE DBYBHY 2007'YE GÖRE ZAMAN TANIM ALANINDA ANALİZ

( TH Örnek1.ide6 )

Yasin ARSLAN  
Yüksek Deprem Mühendisi

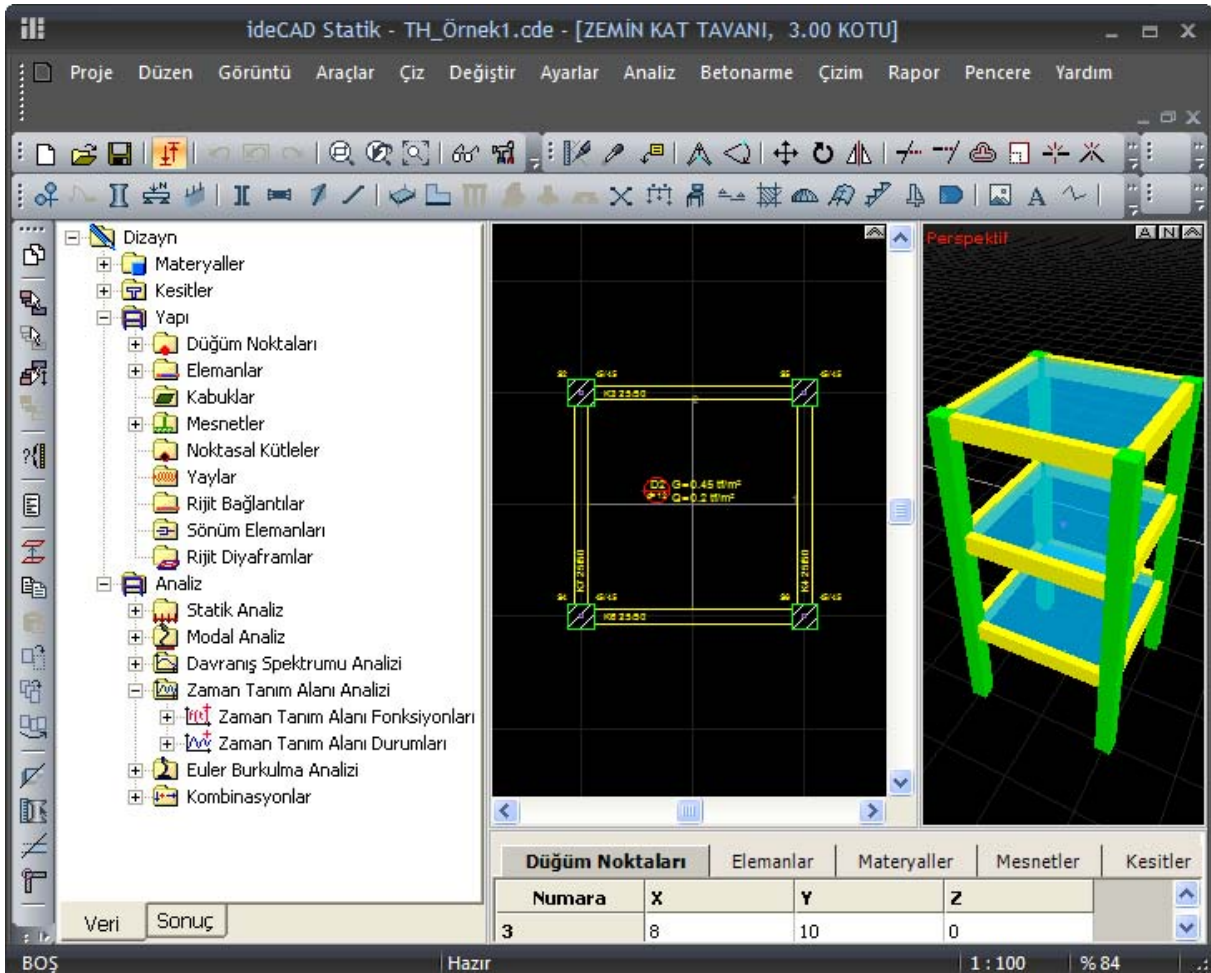
### Deprem Parametreleri

Zemin Sınıfı : Z1  
Deprem Bölgesi : 3.Derece  
 $A_0$  : 0.2  
Karakteristik Periyotlar :  $T_a$ :0.10  $T_b$ :0.30  
Bina Önem Katsayısı (I) : 1

İşlem aşamaları sırasıyla aşağıda özetlenmiştir..

- 1- Deprem parametrelerinin tanımlanması ve taşıyıcı sistem modeli oluşturulması
- 2- Zaman tanım alanı fonksiyonu tanımlanması
- 3- Zaman tanım alanı durumları tanımlanması
- 4- Zaman tanım alanında deprem yüklemeli kombinasyonların tanımlanması
- 5- Analiz sonrası sonuçların yorumlanması

Deprem parametreleri tanımlandıktan sonra yapının taşıyıcı sistem modeli oluşturulur. Çözüm aşamaları Şekilde görülen 3 katlı basit bir sistem üzerinde anlatılmıştır.



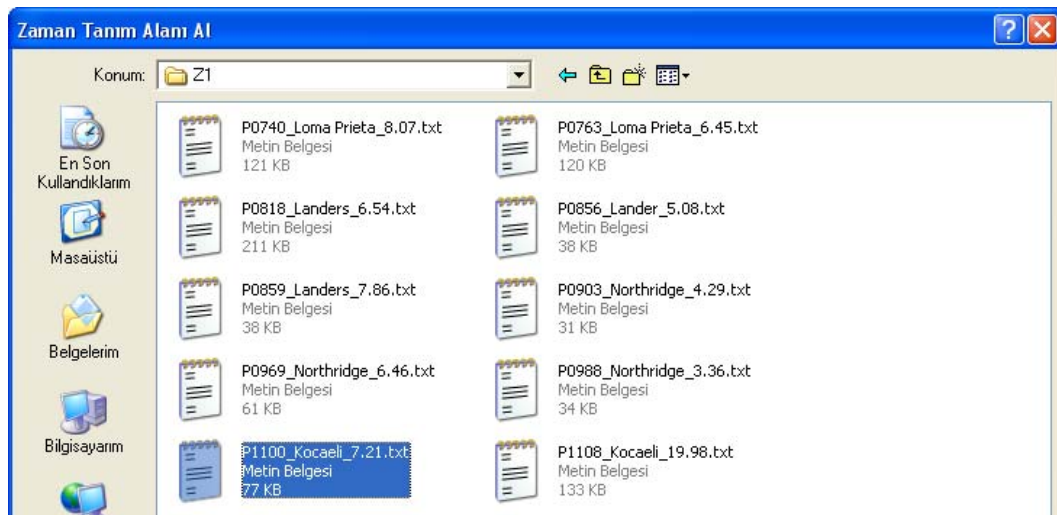
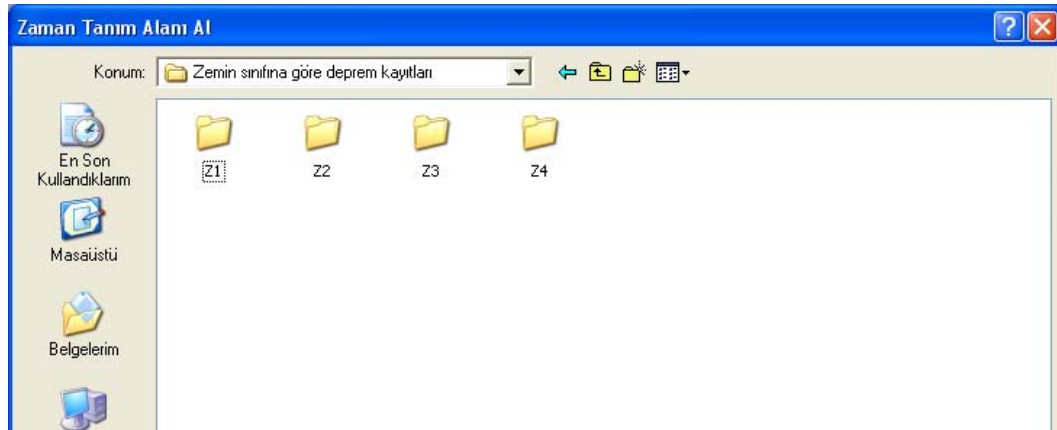
Zaman tanım alanı fonksiyonlarının tanımlanmasında kaydedilmiş veya benzeştirilmiş yer hareketleri kullanılabilir. Türk Deprem Yönetmeliği'ne göre analizde kullanılmak üzere en az üç adet deprem kaydı belirlenmelidir. İvme kayıtlarının uyması gereken koşullar deprem yönetmeliğinin 2.9.1 bölümünde verilmiştir. Bu koşullar aşağıdaki gibidir:

- Kuvvetli yer hareketi süresi, binanın doğal titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmayacaktır.
- Deprem yer hareketlerinin sıfır periyoda karşı gelen spektral ivme değerlerinin ortalaması  $A_0$  g 'den daha küçük olmayacaktır.
- Her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için bulunan spektral ivme değerlerinin ortalaması, göz önüne alınan deprem doğrultusundaki birinci (hakim) periyot  $T_1$ 'e göre  $0.2T_1$  ile  $2T_1$  arasındaki periyotlar için, yönetmelikte tasarım için bölüm 2.4'te tanımlanan spektrumun  $S_{ae}(t)$  elastik spektral ivmelerinin %90'ından daha az olmayacaktır.

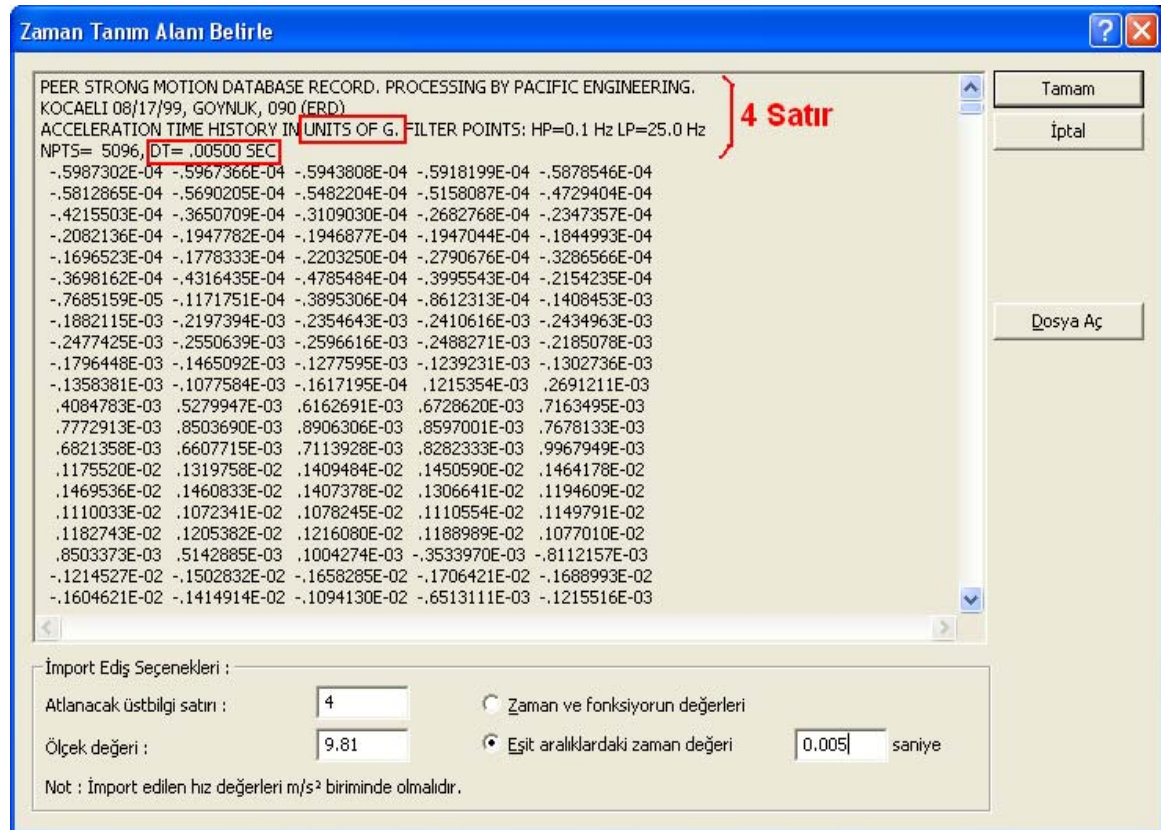
Program içerisinde yönetmelik koşullarına uygunluğu belirlenmiş Z1, Z2, Z3, Z4 zemin sınıfı için 10'ar adet kaydedilmiş 5'er adet benzeştirilmiş ivme kaydı bulunmaktadır. Örnek üzerinde ivme kayıtlarının tanımlanmasının yanında yönetmeliğe uygunluğu da gösterilmiştir.

Öncelikle tanımlama aşamasında sırasıyla;

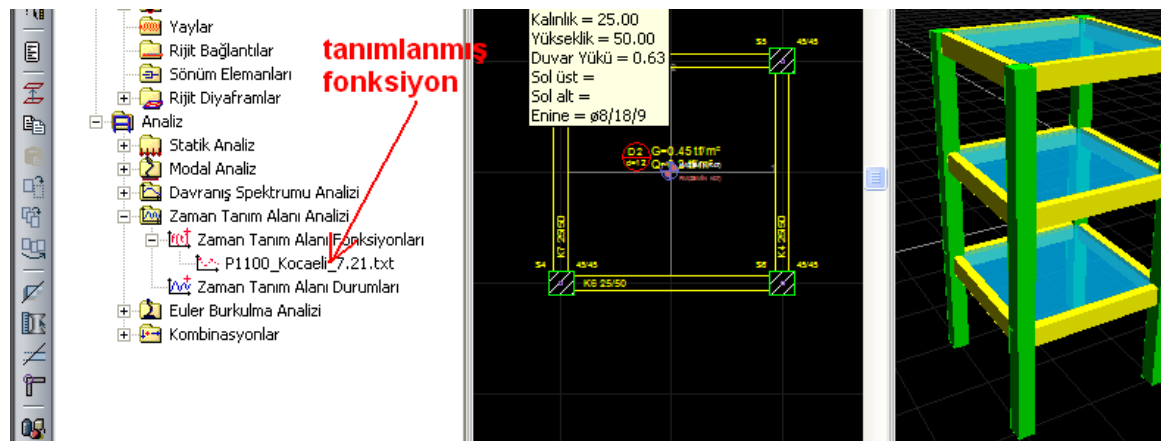
- Yapı ağacından sağ tıklayarak – “Yeni zaman tanım alanında fonksiyon ekle “
- Fonksiyon tipi - “Tanımlı”
- Zaman tanım alanı fonksiyonu belirle – “İmport” – Dosya Aç
- “Zemin sınıfına göre deprem kayıtları” klasörü içerisinde ilgili zemin sınıfı seçilir burada Z1 seçilmiştir.



- Z1 klasörünün altında 10 adet ivme kaydı görülmektedir. Kayıtlar “txt” uzantılıdır. Dosya isimlendirilmesi Kayıt Kod Numarası \_ Deprem Adı \_ Ölçeklenme Katsayısı şeklindedir.
- Kayıt seçildikten sonra ekrana gelen diyalog şeklinde görüldüğü gibidir. Burada kayıt formatı ilk dört satır kayıt bilgilerini içermektedir. Bunlar kaydın alındığı database, kaydedildiği istasyon, ivme birimi, kaydedilme zaman aralığıdır.
- Atlanacak üst bilgi satırı bu örnekte 4 tür.
- Ölçek değeri : Program ivme değerlerini  $m/s^2$  olarak almaktadır. Kaydın ivme birimi g olduğundan ölçek değeri bu örnek için 9.81 dir.
- İvme kayıtları “zaman ve ivme” yada “sadece ivme” olarak bulunabilir. Zaman ve ivme değerleri varsa Zaman ve fonksiyon değerleri seçeneği işaretlenmelidir. Bu örnekte Eşit aralıktaki zaman değerleri seçilmiş ve zaman aralığı şeklinde görüldüğü üzere “DT=0.00500 sec” girilmiştir.



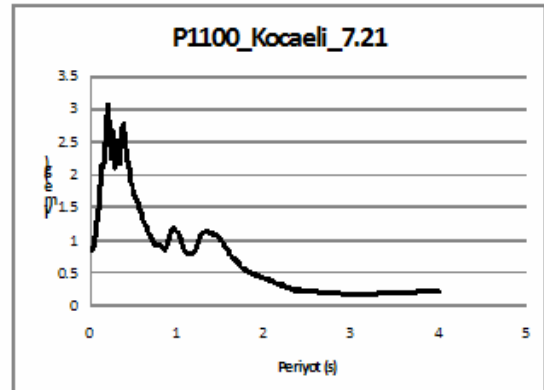
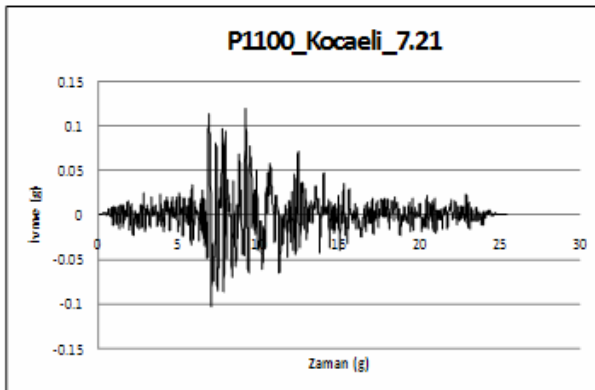
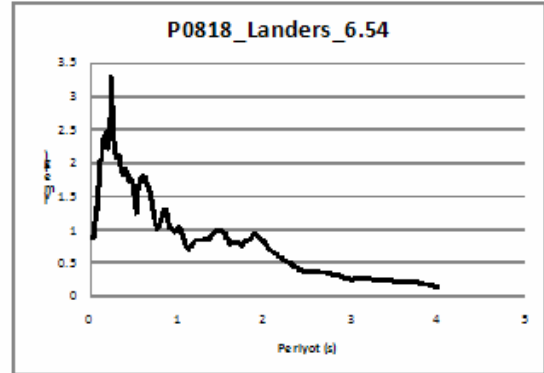
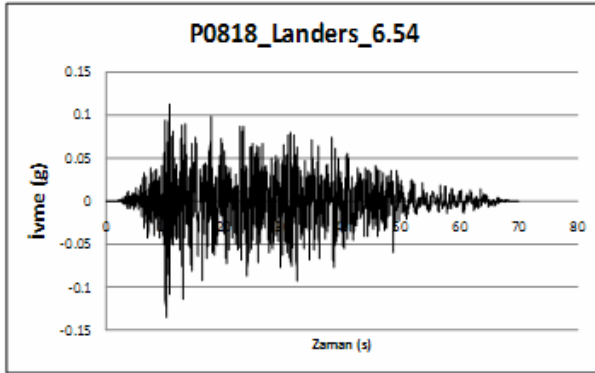
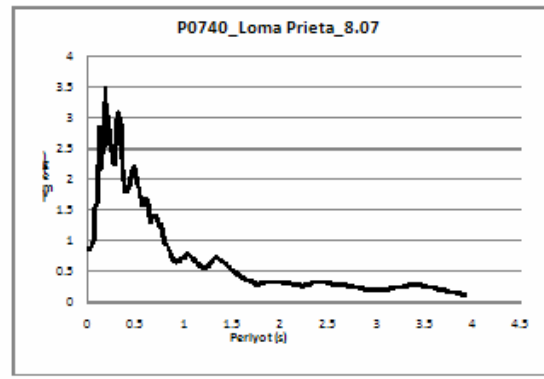
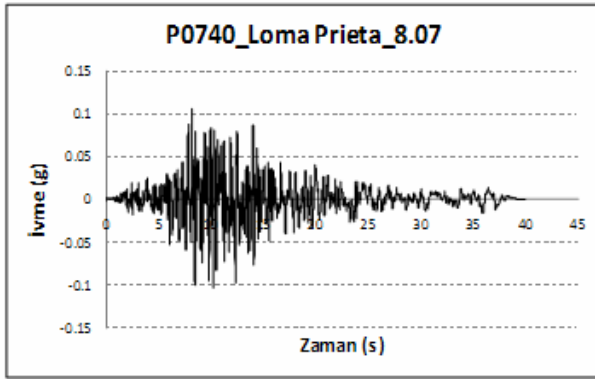
- Fonksiyon adı girilip tamam butonuna basıldığında fonksiyon şeklindeki gibi oluşturulur.



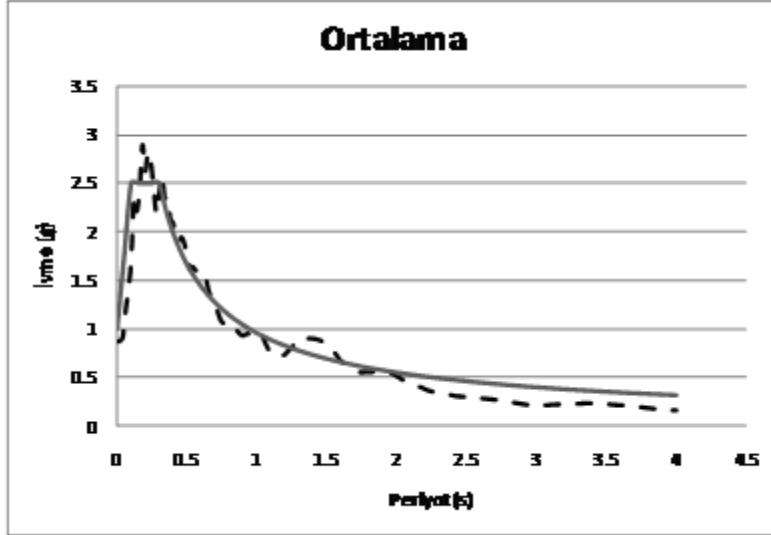
Yönetmelik gereğince 3 adet kayıt kullanılması halinde sonuçların maksimumu 7 adet deprem kaydı kullanılması halinde sonuçların ortalaması alınabilmektedir. Bu örnekte 3 adet kayıt tanımlanarak sonuçların maksimumu alınacaktır.

Aynı işlemler yapılarak iki adet kayıt daha tanımlanacaktır. Örnek için seçilen kayıtların yönetmeliğe uygunluğu aşağıda gösterilmiştir.

Örnek proje için seçilen ivme kayıtları ve yanlarında kayıtlara ait %5 sönüm oranına göre belirlenmiş ivme spektrumları yer almaktadır. Yönetmelikçe bu kayıtların elastik spektrumlarının ortalamasının alınmış ve Z1 zemin sınıfı elastik spektrumunu ile karşılaştırılmıştır.



Aşağıda elastik spektral ivme değerlerinin Z1 zemin sınıfı için oluşturulan elastik spektrum ivme değerlerinin %90 'ın dan daha az olmadığı açıkça görülmektedir. Yönetmelikteki bu uygunluk şartının sağlanması amacıyla deprem kayıtlarının ölçeklenme katsayısı ile ötelenmesi gerekmektedir. Şekilde görülen ivme spektrumu ölçeklenmiş kayıtlar kullanılarak elde edilmiştir.



Fonksiyon tanımları yapıldıktan sonra her bir fonksiyon için X ve Y yönünde analiz durumu oluşturulmalıdır. Yeni zaman tanım alanı durmu ekle denildiğinde şekildeki diyalog gelmektedir. Kocaeli ivme kaydı için durum tanımlamaları gösterilmiştir. Burada Temel olarak :

Zaman tanımlamaları  
Girdi fonksiyonu tanımlamaları  
Rayleigh sönüm oranı tanımlamaları yer alır.

#### Zaman tanımlamaları:

Başlangıç zamanı : İvme kaydının başlangıç zamanını belirler örnekte 0 alınmıştır.  
Bitiş zamanı : İvme kaydının hangi zamanda biteceğini belirler örnekte 25 alınmıştır.  
Her adımda zaman artımı : İvme kaydını hangi zaman aralığıyla okunacağı bilgisidir, En elverişli durum için ivme kaydının zaman aralığı verilmiştir örnek üzerinde 0.005 s dir.  
Arasonuçhesaplama adımı: Sonuçların kaç adımda bir tutulması bilgisidir. En elverişsiz sonuç her adımdaki sonuçları tutulması ile elde edilir. Bu örnekte 1 alınarak her adımdaki sonuçların dikkate alınması sağlanmıştır.

Zaman Tanım Alanı Durumu

Durum adı :

X\_Kocaeli

Zaman tanımlamaları :

Başlangıç zamanı :

0

Bitiş zamanı :

25

Her adımda zaman artımı :

0.005

Ara sonuç hesaplama adımı :

1

Rayleigh sönümü :

Kütle katsayısı :

2.13

Stiffness katsayısı :

0.0004236

☒ Dizaynda kullan

Newmark parametreleri :

Gamma :

0.5

Beta :

0.25

Girdi fonksiyonları :

Faktör	Yükleme	Fonksiyon
0.18025	İvme DX	P1100_Kocaeli_7.21.txt

Yeni satır ekle

Sil

Tamam

İptal



### Girdi fonksiyonu tanımlamaları:

- Fonksiyon : Mevcut fonksiyonlardan durum ile ilgili fonksiyon seçilir. X\_ Kocaeli durum tanımı için örnekte Kocaeli fonksiyonu seçilmiştir.
- Yükleme : Zaman tanım alanı durumunun hangi yüklemeye atanacağı bilgisidir. Yöne bağlı olarak İvme DX, İvme DY yüklemelerine atanmalıdır.
- Faktör : İlgili Zaman tanım alanı fonksiyonunun ölçeklenme değeridir. Zaman tanım alanında Lineer çözüm yapıldığından ;

- Etkin yer ivmesi katsayısı ( $A_0$ )
- Bina önem katsayısı ( $I$ )
- Taşıyıcı sistem davranış katsayısı ( $R$ )

Parametrelerinin hesaba yansıtılması gerekmektedir. İvme kaydının tasarım spektrumuna uygunluğunu sağlayan

- ölçeklenme katsayısı ( $\alpha_{st}$ )

da faktör değerinde yansıtılmalıdır. Dolayısı ile;

$$\text{Faktör} = A_0 \cdot I \cdot \alpha_{st} / R$$

$$\text{Faktör} = 0.2 \cdot 1 \cdot 7.21 / 8 = 0.18025$$

olarak hesaplanmıştır. Diyalogda görüldüğü üzere Faktör değerine bu değer girilmiştir.

### Raleigh sönüm oranı tanımlanması:

Dinamik analizde sönüm oranı hesaba sönüm katsayısı ile yansıtılmaktadır. Zaman tanım alanında analizde ise rayleigh sönüm denklemi ile hesaba katılır. Denklem kütle ve rijitlik katsayılarından oluşmaktadır ve bu katsayılar yapıya göre değişmektedir.

- Kütle katsayısı :  $a_0 = 2 \times \xi_i \times \omega_i - a_1 \times \omega_i^2$
- Rijitlik katsayısı :  $a_1 = (2 \times \xi_j \times \omega_j - 2 \times \xi_i \times \omega_i) / (\omega_j^2 - \omega_i^2)$

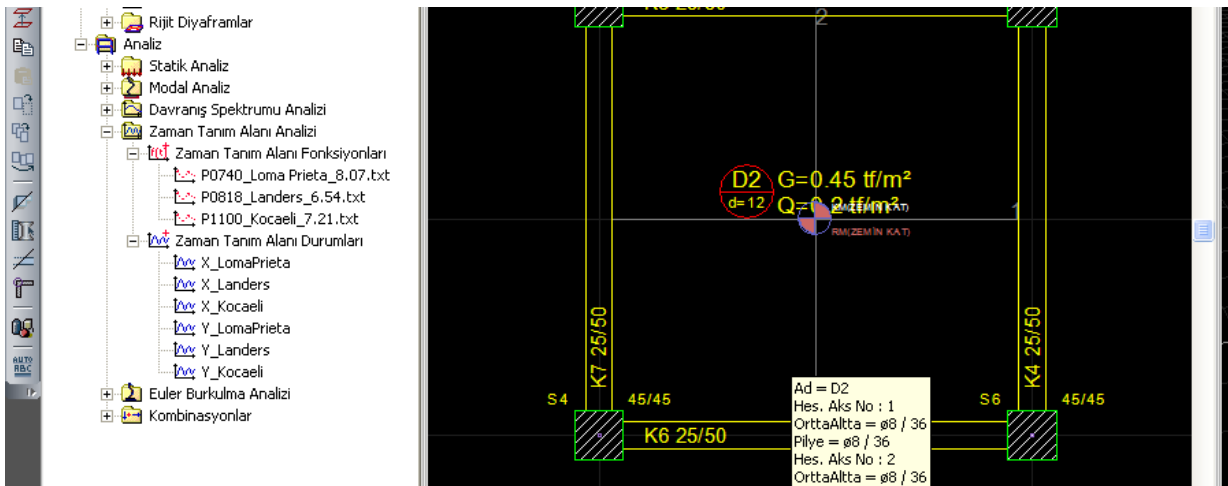
Bağıntıları ile hesaplanarak ilgili diyaloga girilmelidir. Bağıntılarda

- $i, j$  : Yapının ilk ve son periyot değerleri temsil eder.
- $\xi_i, \xi_j$  : Yapının  $i$  ve  $j$ 'inci periyotlarında sönüm oranlarıdır. Örnek için %5 alınmıştır.
- $\omega_i, \omega_j$  : Yapının  $i$  ve  $j$ 'inci açılal frekanslarıdır Dinamik analiz raporunda verilmektedir.

Bu örnek için dinamik analiz raporundan açılal frekans değerleri  $\omega_i=212.38$  ,  $\omega_j=23.68$  belirlenmiştir.

Bu değerler bağıntılarda yerine koyulduğunda, kütle ve rijitlik katsayıları sırasıyla 2.13 ve 0.0004236 hesaplanarak belirtilmiştir.

Benzer tanımlamalar analiz fonksiyonlarının her biri için X ve Y yönünde yapılır. Şekilde fonksiyon ve durum tanımlamaları görülmektedir.



Zaman tanım alanında analizin betonarme dizaynda kullanılabilmesi için kombinasyon tanımlamaları yapılmalıdır. Şekilde kombinasyon tanımları görülmektedir.

**Kombinasyonlar**

- 1.4G+1.6Q
- G+Q
- G+Q+X\_LomaPrieta
- G+Q+X\_Landers
- G+Q+X\_Kocaeli
- G+Q+Y\_LomaPrieta
- G+Q+Y\_Landers
- G+Q+Y\_Kocaeli
- G+Q-X\_LomaPrieta
- G+Q-X\_Landers
- G+Q-X\_Kocaeli
- G+Q-Y\_LomaPrieta
- G+Q-Y\_Landers
- G+Q-Y\_Kocaeli
- 0.9G+X\_LomaPrieta
- 0.9G+X\_Landers
- 0.9G+X\_Kocaeli
- 0.9G+Y\_LomaPrieta
- 0.9G+Y\_Landers
- 0.9G+Y\_Kocaeli
- 0.9G-X\_LomaPrieta
- 0.9G-X\_Landers
- 0.9G-X\_Kocaeli
- 0.9G-Y\_LomaPrieta
- 0.9G-Y\_Landers
- 0.9G-Y\_Kocaeli

Düğüm Noktaları	Elemanlar	Materyaller	Mesnetler	Kesitler	Noktasal Kütleler	Rijit Bağlantılar
Numara	X	Y	Z			
1	10	8	9			
2	10	8.2225	9			
3	8	10	0			

D2 d=12 cm G=0.45 tf/m² Q=0.2 tf/m² Silinecek objeleri seçin. 1 : 100 % 137

## KAYNAKLAR

- [1] **DBYBHY**, 2007. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- [2] **Fahjan, Y. M.**, 2008. Türkiye Deprem Yönetmeliği Tasarım İvme Spektrumuna Uygun Gerçek Deprem Kayıtlarının Seçilmesi ve Ölçeklenmesi, Kocaeli.
- [3] **Güner, S.**, 2008. Performance Assessment Of Shear-Critical Reinforced Concrete Plane Frames, Toronto.
- [5] **Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, 2001. Deprem Mühendisliğine Giriş, Beta Dağıtım, İstanbul.